

APLIKASI SMART CARD SEBAGAI DOMPET ELEKTRONIK DAN PENYIMPAN KUPON PADA ALAT PERMAINAN

Chandra Winata Gunardi¹, Linda Wijayanti²
Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya – Jakarta
Email: linda.wijayanti@atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Sistem pembayaran dan penyimpanan kupon pada alat permainan di pusat perbelanjaan masih mempunyai banyak kelemahan. Makalah ini membahas rancang bangun suatu dompet elektronik dan penyimpan kupon menggunakan *smart card* sebagai alternatif dari penggunaan koin untuk permainan maupun penyimpan dan penghitung jumlah kupon. Sistem terdiri dari 2 bagian, yaitu perangkat pada alat permainan dan sistem registrasi ataupun pengisian *voucher*. Komunikasi antara alat permainan dengan *smart card* melalui mikrokontroler dan *smart card reader/writer*. Perangkat alat permainan terdiri dari mikrokontroler, *smart card*, LCD, dan *smart card reader/writer*. Sedangkan pada perangkat registrasi dan pengisian *voucher* terdiri dari komputer, *smart card reader/writer*, dan *smart card*. Jenis *smart card* yang digunakan adalah *contactless smart card* dan perangkat lunak yang digunakan adalah *Visual Basic 6.0*. Proses registrasi, pengisian *voucher* dan penukaran hadiah yang dilakukan dapat bekerja dengan baik. Hasil perhitungan antara total kupon yang dimiliki dengan kupon yang dibutuhkan telah sesuai dengan perhitungan secara manual, hal ini juga berlangsung dengan baik untuk proses penambahan *voucher*. Dari hasil pengujian, sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan.

Kata Kunci: alat permainan, *smart card*, mikrokontroler, *visual basic*.

ABSTRACT

Payment system and deposit the coupon in the game appliance in the shopping center still has many weaknesses. This paper explain to design an electronic wallet and coupon storage using smart card as an alternative of using coins or also storage and count the number of coupons. The system consists of 2 parts, the device on the game appliance and registration system or charging the voucher. The communication between the game appliance to smart card through microcontroller and smart card reader/writer. The device consists of microcontroller, smart card, LCD, and smart card reader/writer. While on the registration and charging voucher consists of computer, smart card reader/writer, and smart card. Types of smart cards used are contactless smart card and the software used is Visual Basic 6.0. Registration process, filling vouchers, and exchange gifts made to work well. The calculation result between the total coupon owned by the necessary vouchers in accordance with the calculations manually, it is also going well for the process of adding vouchers. From the test results, the system can work well in accordance to the design.

Keywords: game appliance, smart card, microcontroller, visual basic.

PENDAHULUAN

Sebagian besar sistem alat permainan saat ini masih memiliki banyak kendala, yaitu masih menggunakan koin dan kupon, serta penukaran kupon dengan hadiah masih belum ada sistem penukaran yang cepat.

Dalam makalah ini akan dirancang bangun sistem untuk alat permainan dengan menggunakan *smart card*. Sistem ini terdiri dari perangkat pada alat permainan dan perangkat pada komputer kasir. Perangkat pada alat permainan terdiri dari mikrokontroler, *smart card*, *smart card reader/writer*, LCD, LED, *buzzer*, RTC, dan tombol tekan. Sistem ini dapat digunakan untuk dompet elektronik dan penyimpanan kupon menggunakan *smart card* sebagai alternatif dari penggunaan dan menghitung koin ataupun juga penyimpanan dan menghitung jumlah kupon.

DASAR TEORI

A. Smart Card

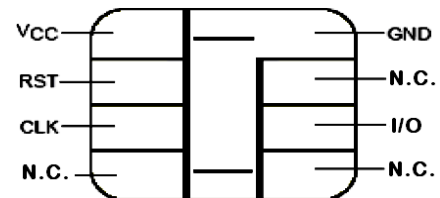
Smart card adalah kartu yang memiliki *chip* di dalamnya yang dapat diprogram untuk menyimpan informasi. Berdasarkan tipe *chip*, *smart card* dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *memory card* dan *microprocessor card*. Perbedaan *memory card* dengan *microprocessor card*, yaitu *memory card* hanya memiliki memori, sedangkan *microprocessor card* selain memiliki memori juga memiliki CPU[5].

Berdasarkan cara pengiriman data, *smart card* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu [5]:

1. Contact smart card

Merupakan jenis *smart card* yang dalam pembacaan datanya memerlukan kontak fisik dengan *reader/writer*. *Contact smart card* mempunyai sebuah *chip* tembaga

pada permukaan yang terdiri dari 8 kontak elektrik (*contact point*) seperti Gambar 1. Keterangan kaki kontak *smart card* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Kontak elektrik pada *contact smart card*

Tabel 1. Fungsi kaki pada *contact smart card*

Symbol	Function
VCC	Supply Voltage
RST	Reset
CLK	Clock input
N.C.	Not connected
GND	Ground
N.C.	Not connected
I/O	Bidirectional data line
N.C.	Not connected

2. Contactless smart card

Contactless smart card memiliki antena yang terintegrasi di dalamnya, sehingga komunikasi dengan *reader/writer* tanpa perlu terjadi kontak fisik. *Smart card* ini bekerja dengan jangkauan operasinya sekitar 0-9 cm. *Smart card reader/writer* akan memancarkan energi untuk mengaktifkan *smart card*.

B. ACR 120S Smart Card Reader/Writer

ACR 120S *contactless smart card reader/writer* bekerja pada frekuensi 13,56 MHz dengan menggunakan teknologi *Radio Frequency Identity* (RFID) dan

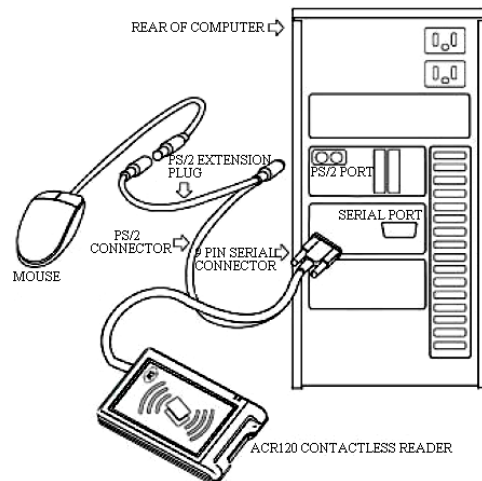
membutuhkan catu tegangan DC sebesar 5 volt dengan arus maksimumnya sebesar 100 miliampere. *Smart card reader/writer* ini memiliki LED yang menandakan aktif tidaknya perangkat ini. Ketika *smart card reader/writer* dimasukkan ke dalam *port serial*, maka LED tersebut akan menyala, menandakan bahwa *smart card reader/writer* ini siap untuk digunakan. ACR 120S *contactless smart card reader/writer* diperlihatkan pada Gambar 2 [2].



Gambar 2. ACR 120S *contactless smart card reader/writer*

ACR 120S *contactless smart card reader/writer* memiliki antenna terintegrasi di dalamnya. Antena ini memancarkan data dan energi untuk mengaktifkan *contactless smart card*. Setelah *contactless smart card* tersebut aktif, baru dapat dilakukan komunikasi data antara *smart card reader/writer* dengan *smart card*.

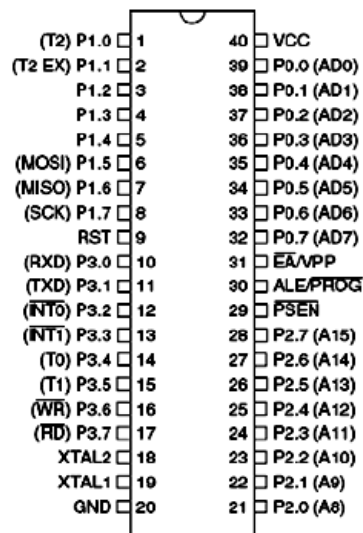
Komunikasi data antara *smart card* dengan komputer melalui *contactless smart card reader/writer* menggunakan komunikasi serial. Koneksi ACR 120S dengan komputer diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Koneksi ACR 120S dengan komputer

C. Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler merupakan kombinasi antara mikroprosesor, *Input Output* (I/O), dan *memory* (RAM/ROM) yang dikemas dalam satu *chip*. Mikrokontroler AT89S52 memiliki memori program internal sebesar 8 Kbyte yang dapat diprogram ulang. Selain itu memiliki RAM internal 256 bytes. Susunan kaki mikrokontroler yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4 [7]. Mikrokontroler AT89S52 berfungsi sebagai CPU yang akan menerima sinyal dan memprosesnya, kemudian menghasilkan keluaran yang sesuai dengan keinginan *programmer* untuk menjalankan sistem.

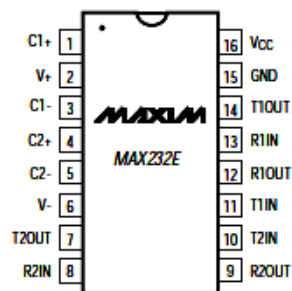


Gambar 4. Mikrokontroler AT89S52

D. IC Max-232

Komunikasi data antara *smart card reader/writer* dengan mikrokontroler ataupun antara *smart card reader/writer* dengan komputer menggunakan media komunikasi serial RS-232. Pada komunikasi serial RS-232, format data logika 1 diimplementasikan dengan level tegangan -3 sampai -25 volt dan logika 0 diimplementasikan dengan level tegangan +3 sampai +25 volt.

Level tegangan antara TTL/CMOS dan RS-232 dapat saling dikonversikan dengan menggunakan IC MAX 232. Bentuk fisik IC MAX 232 diperlihatkan pada Gambar 5 [8].



Gambar 5. IC MAX 232

E. Light Emitting Diode (LED)

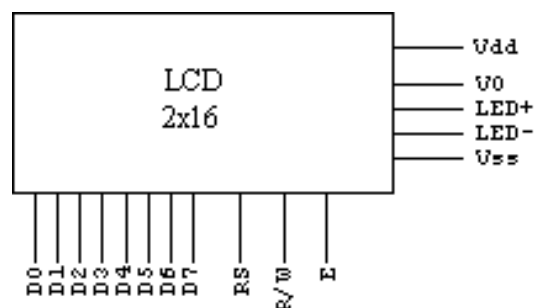
LED (*Light Emitting Diode*), merupakan dioda yang dapat mengeluarkan emisi cahaya apabila diberi tegangan bias maju. Ketika LED diberi tegangan bias maju, maka elektron yang berada di lapisan-n akan berpasangan dengan *hole* dari lapisan-p. Dalam proses penyatuan tersebut, akan terjadi pemancaran energi dalam bentuk panas dan cahaya. Simbol LED diperlihatkan pada Gambar 6 [6].



Gambar 6. Simbol LED

F. Liquid Crystal Display (LCD)

Pada modul LCD data hasil proses dari mikrokontroler diubah menjadi karakter yang akan ditampilkan. Tampilan pada LCD diatur oleh mikrokontroler dengan menggunakan perangkat lunak yang ada di dalamnya. Modul LCD diperlihatkan pada Gambar 7 dan fungsi kaki-kaki LCD dapat dilihat pada Tabel 2 [8].



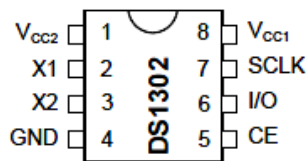
Gambar 7. Modul LCD

Tabel 2. Fungsi masing-masing kaki pada modul LCD

Simbol	Fungsi
Vss	Ground
Vdd	Catu daya +5V
Vo	Intensitas LCD
RS	Memilih register internal LCD
R/W	Sinyal baca/tulis
E	Chip enable
D 0-7	Sinyal data
LED+	Kutub positif lampu <i>backlight</i> LCD
LED-	Kutub negatif lampu <i>backlight</i> LCD

G. Real Time Clock (RTC)

RTC adalah IC yang berfungsi menghitung waktu (detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun). Baterai lithium 3 volt digunakan sebagai *backup* catu daya pada RTC, sehingga pada saat catu daya dimatikan, data-data pada RTC tidak akan hilang. IC RTC DS1302 diperlihatkan pada Gambar 8 dan fungsi kaki-kakinya diperlihatkan pada Tabel 3 [8].



Gambar 8. IC RTC DS1302

Tabel 3. Fungsi masing-masing kaki DS1302

Simbol	Fungsi
Vcc2	Dihubungkan ke Vcc
X1	Dihubungkan ke XTAL 32,768 Khz
X2	Dihubungkan ke XTAL 32,768 Khz
GND	Ground
CE	Control enable
I/O	Data line
SCLK	Serial clock
Vcc1	Dihubungkan ke baterai 3 volt

PERANCANGAN SISTEM

Dalam makalah ini akan dirancang bangun dompet elektronik dan menyimpan kupon dengan *smart card* pada alat permainan. Keseluruhan sistem sepenuhnya dikendalikan oleh mikrokontroler yang bertindak sebagai pusat pengolahan data.

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari *smart card reader/writer*, komputer, 2 buah tombol tekan, LCD, *buzzer*, 16 buah LED, mikrokontroler AT89S52 sebagai pengendali keseluruhan sistem, RTC (*Real Time Clock*) sebagai pewaktu (berisi tanggal dan jam), dan IC MAX232 untuk komunikasi serial antara mikrokontroler dengan *smart card*.

Perangkat lunak menggunakan Visual Basic 6.0 dan pemrograman pada mikrokontroler [3]. Untuk *smart card* digunakan *application programming interface* (API) [1].

Cara kerja dari sistem alat permainan adalah sebagai berikut:

1. Pemain yang sudah memiliki *smart card* yang sudah terdaftar dan memiliki *voucher* dapat memulai permainan. Pemain mendekatkan *smart card* ke *reader*, untuk memeriksa ID dan *voucher*.
2. Bila ID kartu terdaftar dan *voucher* mencukupi, maka permainan dapat dimulai dengan menekan tombol *start* dan LED akan menyala satu per satu secara bergantian dan terus berputar dengan kecepatan tertentu sesuai arah jarum jam.
3. Pemain akan menekan tombol *stop* untuk menghentikan putaran nyala LED. Setiap LED mempunyai nilai kupon yang berbeda. Setelah tombol *stop* ditekan, pergerakan putaran nyala LED akan berhenti di salah satu LED, menandakan berapa banyak jumlah kupon yang akan didapatkan pemain.

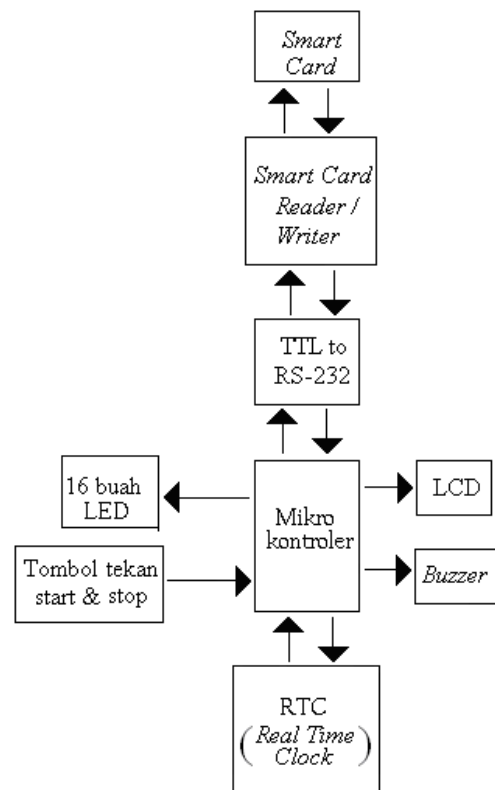
4. Kemudian *smart card* akan menyimpan jumlah kupon yang didapat untuk dijumlahkan dengan jumlah kupon yang telah ada sebelumnya. Setelah proses pengisian kupon selesai, maka *buzzer* berbunyi dan permainan dinyatakan selesai.

A. Diagram Blok Sistem

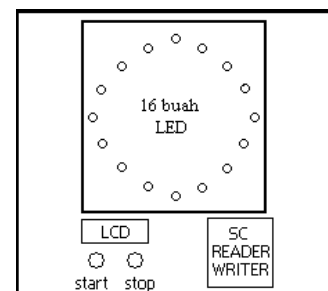
Secara keseluruhan diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 9 dan rancangan alat permainan pada Gambar 10. Fungsi dari masing-masing blok sebagai berikut:

1. Mikrokontroler sebagai pengolah data yang terhubung ke rangkaian dan ditampilkan pada modul LCD.
2. *Smart card reader/writer* berfungsi untuk membaca atau menulis data pada *smart card* ketika mendapat sinyal baca atau tulis dari mikrokontroler.
3. *Smart card* berfungsi sebagai tempat menyimpan data berupa nama, *voucher*, dan kupon.
4. TTL to RS-232 untuk komunikasi serial antara mikrokontroler dengan *contactless smart card reader/writer* menggunakan IC MAX-232. IC MAX-232 berfungsi sebagai pengubah level tegangan dari *Transistor-Transistor Logic* (TTL) yang digunakan oleh mikrokontroler menjadi level tegangan IC MAX-232 yang digunakan oleh *contactless smart card reader/writer* dan sebaliknya.
5. RTC sebagai pengendali waktu, yang dirancang untuk menyimpan data waktu.
6. LCD berfungsi sebagai keluaran untuk menampilkan menu-menu pilihan dan informasi dari alat permainan ini.
7. *Buzzer* berbunyi sebagai peringatan atau indikator terjadinya *error*.

8. LED digunakan sebagai penanda nilai kupon yang diperoleh dari permainan.
9. Tombol tekan *start* digunakan sebagai tanda permainan siap dimulai dan tombol tekan *stop* digunakan untuk menghentikan putaran nyala LED.



Gambar 9. Diagram blok sistem utama

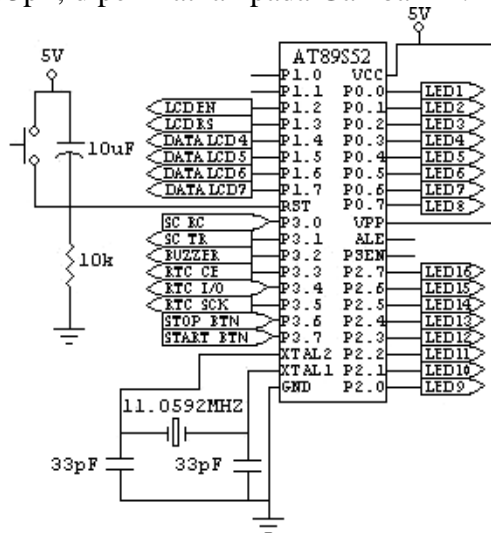


Gambar 10. Rancangan alat permainan

B. Perangkat Keras

B.1. Rangkaian mikrokontroler AT89S52

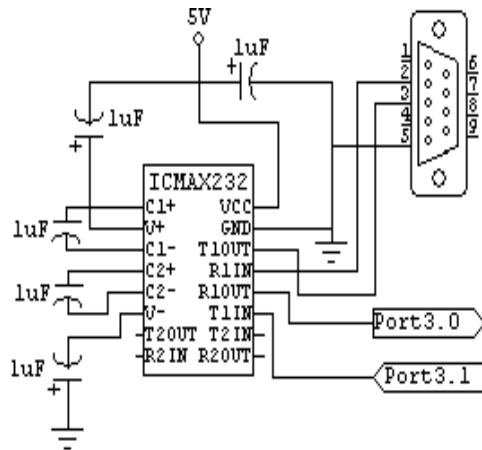
Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah dan pengendali sistem secara keseluruhan. Pada mikrokontroler AT89S52 dilengkapi memori program (*flash PEROM*) sebesar 8 Kbyte yang dapat diprogram ulang, dan memiliki RAM internal 256 bytes. Clock mikrokontroler AT89S52 menggunakan osilator internal dengan frekuensi kristal sebesar 11,0592 MHz dan kapasitor 33pF, diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian mikrokontroler AT89S52

B.2. Rangkaian komunikasi serial RS-232

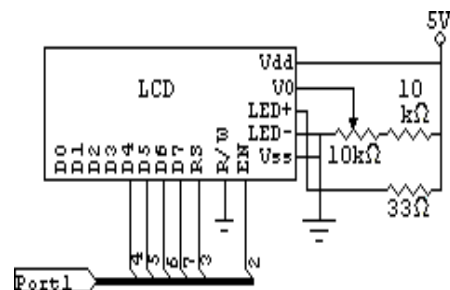
Untuk komunikasi antara mikrokontroler dengan *contactless smart card reader/writer* dibutuhkan rangkaian komunikasi serial RS-232 dengan menggunakan IC MAX-232. IC MAX-232 berfungsi sebagai pengubah level tegangan dari *Transistor-Transistor Logic* (TTL) yang digunakan oleh mikrokontroler menjadi level tegangan IC MAX-232 yang digunakan oleh *contactless smart card reader/writer* dan sebaliknya [4]. Rangkaian IC MAX-232 terdapat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian IC MAX-232

B.3. Rangkaian LCD

Rangkaian LCD berfungsi sebagai penampil dari semua proses yang dilakukan oleh sistem. LCD yang dimaksud berupa modul yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Untuk melakukan inisialisasi, penulisan, dan proses pembacaan dari dan ke LCD ini, diperlukan pengaturan kombinasi dari kaki-kaki R/W, RS, dan E yang ada pada modul tersebut, sedangkan kaki D0 sampai dengan D7 digunakan untuk menerima data dari mikrokontroler. Rangkaian LCD diperlihatkan pada Gambar 13.

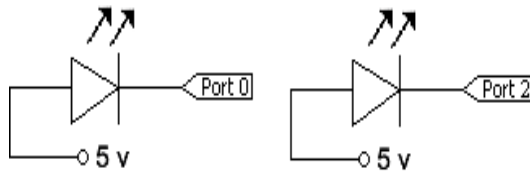


Gambar 13. Rangkaian LCD

B.4. Rangkaian LED

LED dirangkai berbentuk lingkaran penuh, dan akan menyala satu per satu secara bergantian dengan kecepatan

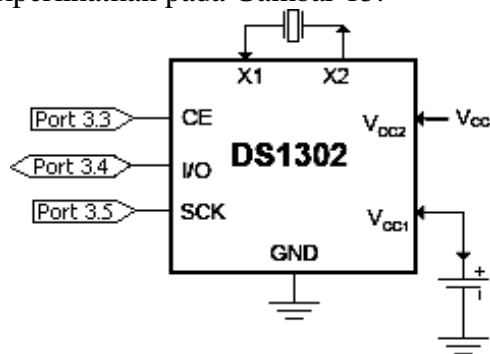
tertentu. LED ini dirangkai dengan setiap kaki katoda LED ke masing-masing *port* 0 dan *port* 2 mikrokontroler, sedangkan kaki anoda LED ke tegangan 5V. Rangkaian modul LED diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Rangkaian modul LED

B.5. Rangkaian RTC

Antarmuka RTC dengan mikroprosesor menggunakan komunikasi serial. Hanya tiga kabel yang dibutuhkan untuk berkomunikasi dengan RTC, yaitu CE, I/O, dan SCK. Data dapat ditransfer ke dan dari RTC sampai dengan 31 byte. RTC dirancang untuk menyimpan data dan informasi jam, beroperasi pada daya kurang dari $1\mu\text{W}$. Rangkaian modul RTC diperlihatkan pada Gambar 15.

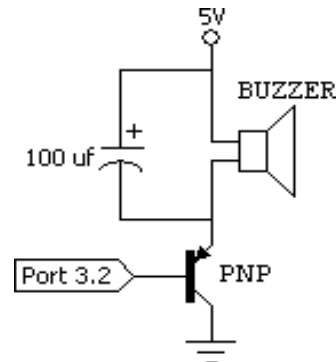


Gambar 15. Rangkaian modul RTC

B.6. Rangkaian buzzer

Buzzer digunakan sebagai peringatan atau penanda apabila saldo dari *smart card* di bawah batas minimum *voucher* yang ditentukan. Selain itu *buzzer* akan berbunyi jika *smart card* yang digunakan oleh pemain

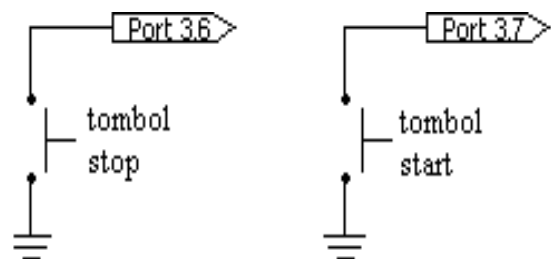
tidak terdaftar atau pada saat permainan telah selesai. Gambar 16 menunjukkan rangkaian *buzzer*. Pada saat mikrokontroler mengeluarkan logika 0 pada *port* 3.2 menyebabkan transistor aktif dan *buzzer* akan berbunyi.



Gambar 16. Rangkaian *buzzer*

B.7. Rangkaian tombol tekan

Digunakan dua buah tombol tekan untuk memulai permainan dan untuk menghentikan putaran nyala LED. Rangkaian tombol tekan diperlihatkan pada Gambar 17.

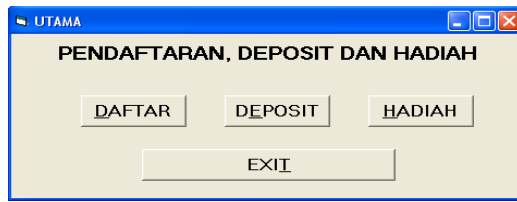


Gambar 17. Rangkaian tombol tekan

C. Perancangan Perangkat Lunak

C.1. Program Visual Basic 6.0

Komputer kasir akan menampilkan *form* menu utama dari proses daftar, deposit, dan hadiah, seperti diperlihatkan pada Gambar 18.



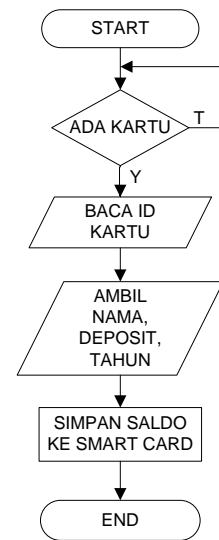
Gambar 18. Tampilan menu utama

Operator akan memilih salah satu tombol yang akan digunakan. Jika petugas kasir ingin melakukan proses pendaftaran *smart card* baru, maka operator akan memilih tombol daftar. Jika petugas kasir ingin melakukan proses penambahan *voucher*, maka operator akan memilih tombol deposit. Sedangkan untuk melakukan proses penukaran hadiah, maka operator akan memilih tombol hadiah. Diagram alir diperlihatkan pada Gambar 19, Gambar 20, dan Gambar 21.

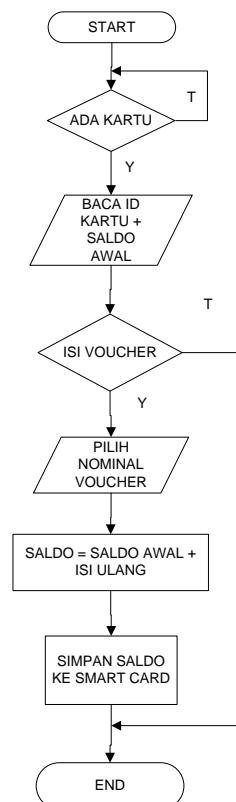
Pada *form* proses daftar, akan ditampilkan ID *smart card* dan tahun, kemudian kasir memasukkan nama pemain dan menekan tombol OK.

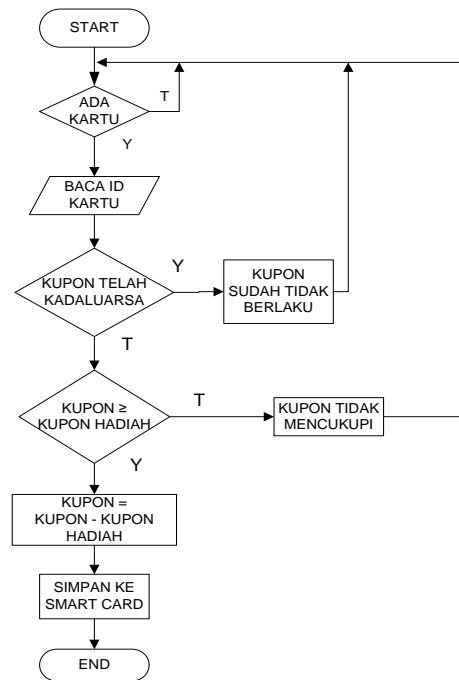
Pada *form* proses deposit, akan ditampilkan ID *smart card*, nama, dan sisa *voucher*, kemudian petugas kasir memilih nominal *voucher* yang tersedia, yaitu 5.000, 10.000, 20.000, 50.000, dan 100.000, selanjutnya menekan tombol OK.

Pada *form* proses hadiah, akan diperiksa ID *smart card*, nama, dan jumlah kupon. Kemudian pemain memilih hadiah dan jumlah hadiah, selanjutnya menekan tombol OK.



Gambar 19. Diagram alir proses pendaftaran pemain

Gambar 20. Diagram alir proses pengisian *voucher*



Gambar 21. Diagram alir proses penukaran hadiah

C.2. Program mikrokontroler AT89S52

Perangkat lunak mikro-kontroler AT89S52 dibuat menggunakan bahasa pemrograman *assembler ride 51*. Perangkat lunak ini kemudian diterjemahkan (*dicompile*) dan dihasilkan *file* berekstensi *.HEX*.

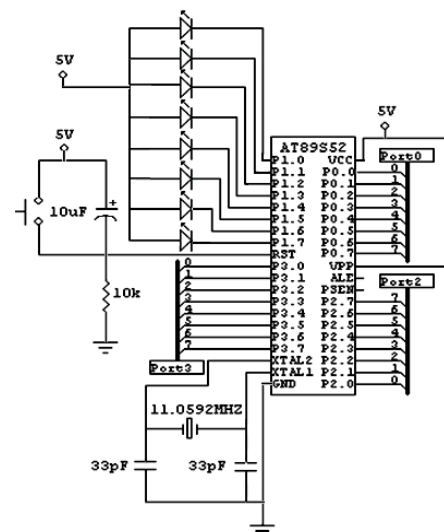
Pada saat sistem dinyalakan, mikrokontroler akan mengaktifkan interupsi serial untuk menerima data dari *smart card reader* dengan nilai *baut rate* 9600 bps dan memberikan logika “0” pada kaki 3.0. Pada saat awal, *card reader* belum mendapatkan tegangan 5Vdc dari catu daya. Setelah mikrokontroler memberikan logika “1” pada kaki 3.0, maka relay catu daya untuk *card reader* akan aktif. Mikrokontroler akan mendapat data serial yang dikirimkan oleh *smart card reader*. Data serial tersebut berisi kondisi *smart card reader*, apakah terhubung atau tidak terhubung dengan *smart card*. Jika *smart card* belum

terhubung, mikrokontroler menampilkan pemberitahuan pada LCD yang berisikan perintah untuk mendekatkan *smart card*. Jika *smart card* telah terhubung pada *smart card reader*, maka mikrokontroler akan mengirimkan data serial ke *smart card reader* untuk membaca data ID dan saldo dari *smart card*. Setelah data tersebut diterima, mikrokontroler akan menampilkan permainan siap dimulai. Pada saat permainan selesai, mikrokontroler akan mengirimkan kupon ke *smart card*.

PENGUJIAN SISTEM

A. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler dan LED

Pengujian mikrokontroler untuk memastikan bahwa rangkaian mikrokontroler AT89S52 dan *port* I/O berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan program ke mikrokontroler untuk menyalakan LED secara bergantian. Gambar 22 merupakan rangkaian untuk pengujian mikrokontroler.



Gambar 22. Rangkaian untuk pengujian mikrokontroler

Program yang dirancang membuat LED pada *port* 1.0 menyala pertama kali dan kemudian LED *port*

1.1 sampai *port* 1.7 menyala berurutan lalu akan kembali ke *port* 1.0.

B. Pengujian Komunikasi Serial RS-232

Pengujian komunikasi serial RS-232 dilakukan dengan menggunakan program *Hyper Terminal*. Komunikasi serial RS-232 dihubungkan ke komputer agar masukan yang diberikan oleh komputer dapat ditampilkan pada program *Hyper Terminal*.

Proses pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sebuah kata pada program *Hyper Terminal* melalui *keyboard* yaitu “percobaan”. Pada tampilan *Hyper Terminal* akan menampilkan kata sesuai masukan pada *keyboard*. Pengujian ini membuktikan bahwa komunikasi data melalui RS-232 dapat bekerja dengan baik.

C. Pengujian Penambahan Saldo Dan Penukaran Kupon Pada Dompot Elektronik

Program untuk penambahan saldo pada dompet elektronik (*smart card*) dibuat dengan bahasa pemrograman *Visual Basic* 6.0. Pengisian saldo dilakukan dengan menjalankan program *Visual Basic* 6.0 untuk melakukan penambahan saldo *smart card*. Kemudian *smart card* didekatkan ke *smart card reader* atau *writer*, lalu menghubungkan *smart card reader* atau *writer* dengan komputer. Tampilan form *Visual basic* deposit *smart card* diperlihatkan pada Gambar 23, dan setelah tombol ok ditekan akan muncul tampilan pada Gambar 24 yang memberitahukan bahwa proses pengisian *voucher* berhasil. Tampilan penukaran kupon dengan hadiah yang tersedia diperlihatkan pada Gambar 25.

Dari hasil pengujian pengisian saldo (*voucher*) telah berhasil sesuai rancangan, penambahan saldo sesuai

dengan nominal yang dipilih. Pengujian penukaran kupon dengan hadiah juga telah sesuai dengan rancangan.

Gambar 23. Tampilan pada saat pengisian *voucher*

Gambar 24. Tampilan pengisian *voucher* berhasil

HADIAH	Value	Coupons
HADIAH A = 1200	0	0
HADIAH B = 650	0	0
HADIAH C = 250	0	0
HADIAH D = 150	1	150
HADIAH E = 80	1	80
HADIAH F = 30	1	30
KUPON YANG DIBUTUHKAN :		260
TOTAL KUPON :		0285
SISA KUPON :		25

Gambar 25. Tampilan pada saat penukaran hadiah

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari perancangan, pembuatan, dan pengujian dompet elektronik dan penyimpan kupon dengan *smart card* pada alat permainan adalah sebagai berikut:

1. *Smart card* dapat dimanfaatkan sebagai dompet elektronik dan penyimpan kupon pada alat permainan.
2. Sistem penyimpanan dan perhitungan kupon dengan *smart card* pada alat permainan yang terdapat pada pusat perbelanjaan lebih efektif daripada sistem kupon yang berupa kertas.
3. Hasil pengujian penambahan saldo (*voucher*) dan penyimpanan kupon pada *smart card* telah bekerja sesuai rancangan.
4. Proses penukaran hadiah yang dilakukan dapat berjalan sesuai rancangan, dengan hasil perhitungan kupon yang dibutuhkan dan sisa kupon sesuai dengan perhitungan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACS. 2005. *ACR120U API*. Hong Kong: ACS Company
- [2] ACS. 2006. *ACR120 Technical Specifications*. Hong Kong: ACS Company
- [3] Darmayuda, Ketut. 2007. *Program Aplikasi Client Server dengan Visual Basic 6.0 dan Borland Delphi 7.0*. Bandung: Informatika
- [4] Peacock, Craig. 2005. *Interfacing the Standard Parallel Port*, (<http://www.beyondlogic.org/spp/parallel.htm>), diakses tanggal 13 Juni 2018)
- [5] Rankl, W. and Effing, W. *Smart Card Handbook, 4th edition*. England: John Wiley & Sons
- [6] Sedra, Adel S. and Smith, Kenneth C. *Microelectronic Circuits, 7th edition*. USA: Oxford
- [7] Usman. 2008. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89S52*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [8] www.alldatasheet.com